



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 100 16 197 A 1**

⑤① Int. Cl. 7:  
**B 62 D 5/04**

⑲ Aktenzeichen: 100 16 197.9  
⑳ Anmeldetag: 31. 3. 2000  
㉔ Offenlegungstag: 5. 10. 2000

DE 100 16 197 A 1

③① Unionspriorität:  
11-095010 01. 04. 1999 JP  
⑦① Anmelder:  
SHOWA CORPORATION, Saitama, JP  
⑦④ Vertreter:  
König & Köster Patentanwälte, 80469 München

⑦② Erfinder:  
Okamoto, Koichi, Tochigi, JP; Iwasaki, Akira,  
Tochigi, JP

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

- ⑤④ Elektrische Servolenkvorrichtung  
⑤⑦ Eine Servolenkvorrichtung umfaßt einen Zahnstangenschaft, der gemäß der Lenkkraft beweglich ist, einen Kugelumlaufspindelmechanismus mit einer Kugelmutter koaxial zum Zahnstangenschaft, ein an einer Ausgangswelle eines Elektromotors angebrachtes erstes Zahnrad und ein zweites Zahnrad, das derart angebracht ist, daß es zur axialen Linie des Zahnstangenschafts koaxial ist. Die axiale Linie des Elektromotors ist so angeordnet, daß sie zur axialen Linie des Zahnstangenschafts geneigt ist, und Eingriffsabschnitte des ersten Zahnrads und des zweiten Zahnrads sind auf der Seite eines stumpfen Winkels ( $\alpha$ ) von Winkeln positioniert, die durch die axiale Linie der Ausgangswelle und die axiale Linie des Zahnstangenschafts definiert sind.

DE 100 16 197 A 1

Die vorliegende Erfindung betrifft eine elektrische Servolenkvorrichtung mit einer die Lenkung unterstützenden Kraft zur Verringerung des benötigten Lenkkraftaufwandes für ein Fahrzeug und insbesondere einen Antriebskraft-  
kraftübertragungsmechanismus zur Übertragung einer Antriebsdrehkraft eines Elektromotors der elektrischen Servolenkvorrichtung zu einer Zahnstangenachse bzw. -welle.

Zur Herabsetzung des benötigten Lenkkraftaufwandes, der von einer Bedienungsperson auf ein Lenkrad eines Fahrzeuges aufgebracht werden muß, sind zahlreiche, mit elektrischer Kraftübertragung arbeitende Lenkvorrichtung zum Zugeben einer von einem Elektromotor erzeugten unterstützenden Lenkkraft zur Lenkkraft bekannt geworden. Bei einer beispielsweise in der offengelegten japanischen Patentanmeldung JP 8-207796 A offenbarten elektrischen Lenkvorrichtung wird eine in der axialen Richtung zum Lenken von sich drehenden Rädern gemäß einer von einem Lenkrad erteilten Lenkkraft bewegliche Zahnstange durch die Drehantriebskraft eines Elektromotors bewegt, die über einen Kugelumlaufspindelmechanismus zur Unterstützung der Lenkkraft übertragen wird. Hier greift ein an einer Kugelmutter befestigtes Kegelgetriebe oder das Gewinde eines Kugelumlaufmechanismus in ein an einer zu drehenden Ausgangswelle eines Elektromotors befestigtes Kegelgetriebe ein. Der Elektromotor ist auch so angeordnet, daß seine axiale Linie einen spitzen Winkel mit der axialen Linie einer Zahnstangenachse bzw. -welle bildet.

Bei einer solchen Anordnung des Elektromotors ist ein vorspringender Teil des Elektromotors, der in einer Richtung senkrecht zum Zahnstangenschaft vorsteht, im Vergleich zu einer elektrischen Servolenkvorrichtung verringert, bei der eine axiale Linie eines Elektromotors und eine axiale Linie eines Zahnstangenschafts zueinander senkrecht sind, die beispielsweise in Fig. 1 der japanischen Gebrauchsmusterveröffentlichung (JU-B) JP 5-20626 B gezeigt ist, so daß die letztere Servolenkvorrichtung kompakt ausgeführt werden kann und der Freiheitsgrad für die Gestaltung vergrößert werden kann.

Bei der in der JP 8-207796 A offenbarten elektrischen Servolenkvorrichtung ist jedoch das an der Kugelmutter befestigte Kegelgetriebe in der Größe begrenzt, da die Eingriffsabschnitte des an der Ausgangswelle des Elektromotors befestigten Kegelgetriebes und das an der Kugelmutter befestigte Kegelgetriebe auf einer Seite eines spitzen Winkels von durch die axiale Linie des Elektromotors und die axiale Linie der Zahnstangenachse bzw. -welle definierten Winkeln positioniert sind. Es wird daher schwierig, ein großes Untersetzungsverhältnis zu erhalten. Um ein großes Untersetzungsverhältnis zu erhalten, muß auch der Durchmesser des an der Kugelmutter befestigten Kegelgetriebes groß gemacht werden. Demzufolge besteht ein Nachteil darin, daß die Vorrichtung eine große Abmessung aufweist und dadurch geht jeglicher durch die Anordnung des Elektromotors in einem spitzen Winkel erhaltene Vorteil verloren.

Die vorliegende Erfindung wurde angesichts dieser Umstände ausgeführt.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Servolenkvorrichtung zu schaffen, die kompakt ausgeführt werden kann, um den Freiheitsgrad bei der Gestaltung zu vergrößern, und die ein großes Untersetzungsverhältnis aufweist. Weiter soll die Haltbarkeit einer Servolenkvorrichtung verbessert werden.

Diese Aufgabe ist erfindungsgemäß bei einer elektrischen Servolenkvorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Eine vorteilhafte Weiterbildung der erfindungsgemäßen Servolenkvorrichtung ist Gegenstand des Anspruchs 2.

Eine erfindungsgemäße elektrische Servolenkvorrichtung gemäß einem Ausführungsbeispiel umfaßt somit eine in ihrer axialen Richtung bewegliche Zahnstangenachse bzw. -welle (Zahnstangenschaft) zum Lenken der sich drehenden

Räder eines Fahrzeuges gemäß einer eingegebenen Lenkkraft, einen Konvertierungs- bzw. Umwandlungsmechanismus mit einem koaxial zum Zahnstangenschaft angeordneten Drehelement zum Umwandeln der Drehung des Drehelements in eine axiale Bewegung des Zahnstangenschafts, einen Elektromotor, der eine unterstützende Kraft zum Unterstützen der Lenkkraft erzeugt, ein an einer Ausgangswelle des Elektromotors angebrachtes erstes Zahnrad und ein zweites Zahnrad, das gemäß dem Eingriff mit dem ersten Zahnrad drehangetrieben ist und koaxial zum Drehelement vorgesehen ist, um das Drehelement drehend anzutreiben. Eine axiale Linie des Elektromotors ist zur axialen Linie der Zahnstangenachse geneigt und Eingriffsabschnitte des ersten Zahnrads und des zweiten Zahnrads sind auf einer Seite eines stumpfen Winkels von durch eine axiale Linie der Ausgangswelle des Elektromotors definierten Winkeln und der axialen Linie der Zahnstangenachse positioniert.

Bei der vorliegenden Anmeldung bedeutet die axiale Linie eines Elektromotors eine zentrale Rotationslinie eines Rotors des Elektromotors.

Die vorliegende Erfindung wird weitergehend aus der ins Einzelne gehenden untenstehenden Beschreibung und der begleitenden Zeichnung ersichtlich, die jedoch nicht die Erfindung einschränken sollen, sondern lediglich zur Erläuterungszwecken und zum Verständnis der Erfindung vorgesehen sind. In der Zeichnung zeigen:

Fig. 1 eine schematische Ansicht einer elektrischen Servolenkvorrichtung gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung; und

Fig. 2 eine vergrößerte Schnittansicht eines Hauptabschnitts der Servolenkvorrichtung.

Fig. 1 ist eine schematische Ansicht einer elektrischen Servolenkvorrichtung, bei der es sich um ein Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung handelt, und Fig. 2 ist eine vergrößerte Ansicht eines Hauptabschnitts der Servolenkvorrichtung.

Eine elektrische Servolenkvorrichtung 1 ist allgemein mit einem Zylindergehäuse 2 versehen, das sich bei einem Fahrzeug nach links und nach rechts erstreckt, und eine Zahnstangenachse bzw. -achse (Zahnstangenschaft) 5 ist so untergebracht, daß sie in der axialen Richtung des Gehäuses 2 beweglich ist. Das Gehäuse 2 umfaßt einen Gehäusekörper 3 und ein ein Zahnrad bzw. Getriebe aufnehmendes Gehäuse 4, das in einem sich öffnenden Endabschnitt des Gehäusekörpers 3 angebracht ist, der sich in einer aufgeweiteten Weise öffnet. Das das Zahnrad bzw. Getriebe unterbringende Gehäuse 4 umfaßt einen Montageabschnitt 4a zur Anbringung eines Elektromotors 6 und einen Durchgang oder einen Durchgangslochabschnitt 4b, durch den der Zahnstangenschaft 5 durchtritt, so daß er in der axialen Richtung beweglich ist. Auch sind beide Endabschnitte des Zahnstangenschafts 5 jeweils über Kugelgelenke mit Zugstangen 7, 7 gekuppelt. Die Zugstangen 7, 7 werden gemäß der Bewegung des Zahnstangenschafts 5 so bewegt, daß die sich drehenden Räder des Fahrzeuges gelenkt werden.

Eines der Kugelgelenke ist von einer Staubschutzmanschette 8 überdeckt, deren eines Ende an einem Ende des Gehäusekörpers 3 befestigt ist und deren anderes Ende an der Zugstange 7 befestigt ist. Das andere Kugelgelenk ist von einer zweiten Staubschutzmanschette 9 überdeckt, deren eines Ende am Durchgangsabschnitt 4b des das Zahnrad bzw. Getriebe aufnehmenden Gehäuses 4 befestigt ist und deren anderes Ende an der Zugstange 7 befestigt ist.

In der Nähe des Endabschnittes des Gehäusekörpers 3

und näher an dessen zentralem Abschnitt als am Befestigungsabschnitt der ersten Manschette 8 ist ein Lenkgetriebe 3a vorgesehen, so daß es sich in schräg verlaufender bzw. geneigter Weise vom Gehäusekörper 3 aus erstreckt. Das heißt, das Lenkgetriebe 3a ist zum Gehäusekörper 3 so geneigt, daß ein Winkel einen stumpfen Winkel bildet, welcher Winkel durch eine halbgerade Linie, die ein Teilabschnitt der axialen Linie der Zahnstangenachse 5 ist und die sich zur zentralen Position der Zahnstangenachse 5 ausgehend von einem Kreuzungspunkt einer ersten geraden Linie parallel zu einer zentralen Linie des Lenkgetriebes 3a (die zentrale Linie stimmt mit der axialen Linie der Eingangswelle 10 bei diesem Ausführungsbeispiel überein) und der axialen Linie des Zahnstangenschafts 5 erstreckt, und einer halbgeraden Linie definiert ist, die ein Teilabschnitt der ersten geraden Linie ist, die sich von dem Kreuzungspunkt aus zur Eingangswelle 10 in einer Ebene erstreckt, die die axiale Linie des Zahnstangenschafts 5 enthält und die parallel zu einer axialen Linie einer später beschriebenen Eingangswelle 10 verläuft. Die Größe des stumpfen Winkels kann in geeigneter Weise wie benötigt festgesetzt werden.

Die Eingangswelle 10, die mit einer zusammenhängend bzw. einstückig mit einem Lenkrad über ein Gelenk angebrachten Lenkwelle gekuppelt ist, ist drehbar über ein Lager im Lenkgetriebe 3a gehalten bzw. gelagert. Im Lenkgetriebe 3a ist eine Ausgangswelle über ein Lager drehbar am Lenkgetriebe 3a gehalten und die Eingangswelle 10 ist über eine Torsionsfeder bzw. Torsionsstabfeder mit der Ausgangswelle gekuppelt derart, daß sie in bezug auf die Ausgangswelle gedreht oder verwunden werden kann.

Am unteren Endabschnitt der Ausgangswelle ist ein Drehzapfen gebildet. Der Drehzapfen greift in einen am Zahnstangenschaft bzw. -welle 5 gebildeten Zahnstangenabschnitt ein. Aus diesem Grund werden die Lenkwelle, die Eingangswelle 10, die einer Verwindung oder Torsion folgende Torsionsfeder und die Ausgangswelle gemäß der Lenkrafteingabe vom Lenkrad her in Drehung versetzt und der Zahnstangenschaft 5 wird in der axialen Richtung durch den Eingriff zwischen dem Drehzapfen und dem Zahnstangenabschnitt in Reaktion auf die Drehung der Ausgangswelle bewegt.

Bei dem das Zahnrad bzw. Getriebe aufnehmenden Gehäuse 4, das den anderen Endabschnitt des Gehäuses 2 bildet, ist der die unterstützende Kraft erzeugende Elektromotor 6 an einem Montageabschnitt 4a des das Zahnrad bzw. Getriebe aufnehmenden Gehäuses 4 mittels Bolzen angebracht. Der Montageabschnitt 4a ist an einer Position angeordnet, wo der Abstand in der axialen Richtung von einer zentralen Position des Gehäuses 2 im wesentlichen gleich demjenigen des Lenkgetriebes 3a ist, so daß er sich in einer geneigten bzw. schräg verlaufenden Weise von dem das Zahnrad bzw. Getriebe aufnehmenden Gehäuse 4 aus erstreckt.

Somit wird die Schrägstellung so ausgeführt, daß ein Winkel, der durch eine halbgerade Linie, die ein Teilabschnitt der axialen Linie der Zahnstangenachse 5 ist und die sich zur zentralen Position des Zahnstangenschafts 5 von einem Kreuzungspunkt der zentralen Linie des Montageabschnitts 4a aus (die zentrale Linie stimmt bei diesem Ausführungsbeispiel mit der axialen Linie des Elektromotors 6 überein) und der axialen Linie des Zahnstangenschafts 5 (oder einem Kreuzungspunkt einer zweiten geraden Linie parallel zur zentralen Linie des Montageabschnitts 4a und der axialen Linie des Zahnstangenschafts 5, wenn die axiale Linie des Elektromotors 6 und die axiale Linie des Zahnstangenschafts 5 an einer Verwindungsposition in bezug aufeinander positioniert sind) und eine halbgerade Linie definiert ist, die ein Teilabschnitt der zentralen Linie (nämlich

der axialen Linie des Elektromotors 6) des Montageabschnitts 4a ist und die sich zum Elektromotor 6 (oder die ein Abschnitt der zweiten geraden Linie ist und die sich zum Elektromotor 6 hin erstreckt) am Kreuzungspunkt einer Ebene erstreckt, die die axiale Linie des Zahnstangenschafts 5 enthält und die zur axialen Linie (einer zentralen Rotationslinie des Elektromotors 6) des Elektromotors 6 parallel ist oder in einer Ebene (es gibt bei diesem Ausführungsbeispiel die axiale Linie des Zahnstangenschafts 5 und die axiale Linie des Elektromotors 6 in derselben Ebene) verläuft, die die axiale Linie des Zahnstangenschafts 5 enthält, und die axiale Linie des Elektromotors 6 bildet einen stumpfen Winkel  $\alpha$ . Die Größe des stumpfen Winkels  $\alpha$  kann zweckmäßig, wie es erforderlich ist, festgesetzt werden. Bei diesem Ausführungsbeispiel wird der stumpfe Winkel im wesentlichen gleich dem stumpfen Winkel des Lenkgetriebes 3a festgesetzt.

Somit ist die axiale Linie des Elektromotors 6 zur axialen Linie des Zahnstangenschafts 5 geneigt, so daß der Elektromotor 6 am Gehäuse 2 in einer schräg verlaufenden bzw. geneigten Weise angeordnet ist. Daher ist die Größe der Längenausdehnung, wo der Elektromotor 6 vom Gehäuse 2 in seiner diametralen Richtung aus vorsteht, im Vergleich zu einer Servolenkvorrichtung verringert, wo die axiale Linie des Elektromotors 6 so angeordnet ist, daß sie zur axialen Linie des Zahnstangenschafts 5 senkrecht ist. Die Servolenkvorrichtung 1 kann daher kompakt ausgeführt werden.

Da die erste gerade Linie bezüglich des Lenkgetriebes 3a und die axiale Linie (oder die zweite gerade Linie) des Elektromotors 6 in derselben Ebene positioniert sind, sind das Lenkgetriebe 3a und der Elektromotor 6 so angeordnet, daß sie zu etwa derselben Seite hin vorstehen. Daher sind das Lenkgetriebe 3a und der Montageabschnitt 4a und der Elektromotor 6 etwa symmetrisch in bezug auf den zentralen Abschnitt des Gehäuses 2 angeordnet, und ein Zwischenraum oder Abstand zwischen ihnen nimmt allmählich entlang einer Richtung zu, die sich vom diametralen Zentrum des Gehäuses 2 nach außen hin erstreckt.

Eine Ausgangswelle 20 erstreckt sich vom Elektromotor 6 in das das Zahnrad oder Getriebe aufnehmende Gehäuse 4 und ein distaler oder entfernt angeordneter Endabschnitt ist am ersten Zahnrad 21 befestigt, so daß das erste Zahnrad 21 zusammen mit der Ausgangswelle 20 in Drehung versetzt wird. Da die axiale Linie der Ausgangswelle 20 mit der axialen Linie des Elektromotors 6 bei diesem Ausführungsbeispiel übereinstimmt, kreuzt sie die axiale Linie des Zahnstangenschafts 5 in schräg verlaufender Weise in einem Winkel gleich dem stumpfen Winkel  $\alpha$ , der durch die axiale Linie des Elektromotors 6 und die axiale Linie des Zahnstangenschafts 5 definiert ist.

In der Nähe eines Montageabschnitts des das Zahnrad bzw. Getriebe aufnehmenden Gehäuses 4 im Gehäusekörper 3 ist auch ein Kugelumlaufspindelmechanismus aufnehmender Abschnitt 3b mit einem Durchmesser gebildet, der größer als diejenigen der anderen Abschnitte des Gehäusekörpers 3 ist. Ein sich öffnender Endabschnitt des den Kugelumlaufspindelmechanismus aufnehmenden Abschnitts 3b ist weiter so ausgebaucht bzw. mit Wölbung versehen, daß er den oben erwähnten aufgeweiteten, sich öffnenden Endabschnitt bildet.

Eine Kugelmutter oder ein Gewinde 31, das ein Drehelement ist und nach außen in einer Richtung des Durchmessers des Zahnstangenschafts 5 angeordnet ist, ist koaxial zum Zahnstangenschaft 5 in dem die Kugelumlaufspindel aufnehmenden Abschnitt 3b vorgesehen. Die Kugelmutter 31 ist am Gehäusekörper 3 mittels eines Winkerkugellagers 32 gelagert bzw. abgestützt derart, daß sie drehbar ist, aber in der axialen Richtung nicht bewegt werden kann. Auch ist

der Zahnstangenschaft 5 am Außenumfang vorgesehen, wobei ein Gewindeabschnitt 33 spiralförmig gebildet ist und sich von einem Abschnitt in der Nähe des zentralen Abschnitts des Zahnstangenschafts 5 aus bis zu einem Endabschnitt desselben an der Seite der zweiten Manschette 9 erstreckt. Eine Anzahl von Kugeln 34 ist rollend in einem zwischen dem Gewindeabschnitt und einem mit Spiralgewinde versehenen Abschnitt angeordnet, der am Innenumfang der Kugelumlaufspindel 31 gebildet ist. Außerdem ist die Kugelumlaufspindel 31 mit einem Durchlaß zum Zurückführen der in der axialen Richtung gemäß der Drehung der Kugelumlaufspindel 31 in der Rückwärtsrichtung vorbewegten Kugeln 34 versehen.

Somit ist ein Kugelumlaufspindelmechanismus 30 so aufgebaut, daß die Kugelumlaufspindel 31, der Gewinde versehene Abschnitt 33 des Zahnstangenschafts 5 und die Kugeln 34 als Elemente dienen. Der Kugelumlaufspindelmechanismus 30 bewirkt die axiale Bewegung des Zahnstangenschafts 5 gemäß der Drehung der Kugelumlaufspindel 31 und bildet daher einen Umwandlungsmechanismus für die Umwandlung der Drehung der Kugelumlaufspindel 31 in die axiale Bewegung des Zahnstangenschafts 5.

Bei einer derartigen Anordnung des Lenkgetriebes 3a, des Elektromotors 6 und des den Kugelumlaufspindelmechanismus 30 aufnehmenden Abschnitts 3b im Gehäuse 2 sind demgemäß die Elemente des Montageabschnitts 4a und des Elektromotors 6 und das Lenkgetriebe 3a etwa symmetrisch in bezug auf den zentralen Abschnitt des Gehäuses 2 entlang dessen Längsrichtung angeordnet. Der Abstand dazwischen nimmt allmählich in einer Richtung zu, die sich vom diametralen Zentrum des Gehäuses 2 nach außen erstreckt. Außerdem ist der Kugelumlaufspindelmechanismus 30 näher an der zentralen Position des Gehäuses 2 als der Elektromotor 6 angeordnet. Demgemäß kann der weitgehend vom Gehäuse 2 nach außen in Richtung von dessen Durchmesser vorstehende Elektromotor 6 näher am Endabschnitt des Gehäuses 2 in einem zulässigen Bereich angeordnet werden und es kann ein verhältnismäßig breiter Zwischenraum am zentralen Abschnitt des Gehäuses 2 gebildet werden.

Es wird auf Fig. 2 Bezug genommen. Ein Kugellagerhalterungsabschnitt zum Lagern bzw. Haltern eines Innenrings eines Winkelkugellagers 32 und eines Zahnrad- oder Getriebeabschnitts, an dem das zweite Zahnrad 22 angebracht ist, sind am Außenumfang der Kugelumlaufspindel 31 in deren axialen Richtung in dieser Reihenfolge ausgehend von der Seite der zentralen Position des Zahnstangenschafts 5 gebildet. Wo eine Stirnseite des Innenrings des Winkelkugellagers 32 und eine Stirnseite eines vorgewölbten oder erhabenen Abschnitts des zweiten Zahnrads 22 aneinanderstoßen, sind das Winkelkugellager 32 und das zweite Zahnrad 22 mittels einer Mutter befestigt und einstückig bzw. zusammenhängend an der Kugelumlaufspindel 31 befestigt. Das zweite Zahnrad 22 ist so vorgesehen, daß es mit der Kugelumlaufspindel 31 und daher mit dem Zahnstangenschaft 5 koaxial ist. Ein mit Gewinde versehener Abschnitt von ihm steht von dem den Kugelumlaufspindelmechanismus aufnehmenden Abschnitt 3b in das Zahnrad- bzw. getriebeaufnehmende Gehäuse 4 mit einem Durchmesser größer als demjenigen des Aufnahmeabschnitts 3b vor.

Das an der Ausgangswelle 20 des Elektromotors 6 angebrachte erste Zahnrad 21 greift in das zweite Zahnrad 22 in dem das Zahnrad bzw. Getriebe aufnehmenden Gehäuse 4 ein und das zweite Zahnrad 22 wird durch das erste Zahnrad 21, das durch den Elektromotor 6 drehangetrieben wird, drehangetrieben. Die Kugelumlaufspindel 31 wird durch das zweite Zahnrad 22 so drehangetrieben, daß die Kugelumlaufspindel 31 und das zweite Zahnrad 22 zusammen ge-

dreht werden.

Da die axialen Linien des ersten und zweiten Zahnrads 21 und 22, die jeweils die axialen Linien der Ausgangswelle 20 und der Kugelumlaufspindel 31 sind, sich in schräg verlaufender Weise schneiden, bilden jeweils das erste und zweite Zahnrad 21 und 22 Zahnräder mit sich kreuzenden Achsen. Sie sind beispielsweise mit Kegelzahnradern versehen. Die Zahl der Zähne des zweiten Zahnrads 22 ist so festgesetzt, daß sie größer als diejenige des ersten Zahnrads 21 ist, auf dieselbe Weise, wie dies bei einer herkömmlichen Servolenkvorrichtung ist, so daß ein Untersetzungsmechanismus mit beiden Zahnrädern 21 und 22 gebildet bzw. aufgebaut ist.

Auch ist jeder Zahn des zweiten Zahnrads 22 so gebildet, daß eine senkrechte Linie, die die Senkrechte zur Referenzwälzfläche ist und die sich zu ihrer Kopfhöhe hin erstreckt, zum Zahnstangenschaft 5 hin orientiert ist. Demgemäß ist eine Seite, an der die Zähne des zweiten Zahnrads 22 gebildet sind, zum Zahnstangenschaft 5 hin orientiert. Die Eingriffsabschnitte des ersten Zahnrads 21 und des zweiten Zahnrads 22 sind auf der Seite des stumpfen Winkels  $\alpha$  von den Winkeln positioniert, die durch die axiale Linie der Ausgangswelle 20 und die axiale Linie des Zahnstangenschafts 5 definiert sind.

Da die Eingriffsabschnitte des ersten Zahnrads 21 und des zweiten Zahnrads 22 mit dem stumpfen Winkel  $\alpha$  positioniert sind, unterliegt somit die Abmessung des zweiten Zahnrads 22 nicht derart Einschränkungen basierend auf der Position der schräg verlaufenden Ausgangswelle 20 und des ersten Zahnrads 21. Daher ist es möglich, ein Zahnrad bzw. Getriebe mit verhältnismäßig großem Durchmesser als zweites Zahnrad 22 ungeachtet der Tatsache zu verwenden, daß die axiale Linie des Elektromotors 6 und die axiale Linie der Ausgangswelle 20 in bezug aufeinander geneigt angeordnet worden sind. Demzufolge kann das Untersetzungsverhältnis bei lediglich einem von dem ersten und zweiten Zahnrad 21 und 22 groß gemacht werden.

Da eine Senkrechte zu einer Referenzwälzfläche des zweiten Zahnrads 22 zum Zahnstangenschaft 5 hin geneigt ist, kann des weiteren das Eingriffsverhältnis zwischen dem ersten und zweiten Zahnrad 21 und 22 vergrößert werden, so daß ein großes Drehmoment des Elektromotors 6, der als Quelle für die unterstützende Lenkkraft dient, sicher zum zweiten Zahnrad 22 übertragen werden kann. Auch kann eine auf einzelne Zähne der Eingriffsabschnitte wirkende Übertragungslast so verteilt werden, daß sie klein gemacht wird. Da die Festigkeit und Haltbarkeit der Zahnräder verbessert werden kann, ist es demgemäß möglich, aus Kunstharz hergestellte Zahnräder als erste und zweite Zahnräder 21 und 22 zu verwenden.

Untenstehend wird die Funktionsweise des so aufgebauten Ausführungsbeispiels beschrieben.

Wenn das Lenkrad von einem Fahrer zum Lenken der sich drehenden Räder gedreht wird, wird die am Lenkrad befestigte Lenkwelle gedreht und die Drehung wird über das Gelenk zur Eingangswelle 10 übertragen. Die Ausgangswelle wird durch die Eingangswelle 10 gedreht, während in der Torsionsfeder eine Verwindung oder Torsion auftritt, und die Drehung der Ausgangswelle bewirkt eine axiale Bewegung des Zahnstangenschafts 5 durch den Eingriff zwischen dem Drehzapfen und dem Zahnstangenabschnitt des Zahnstangenschafts 5. Dann wird die axiale Bewegung über die Zugstangen 7, 7 zu den sich drehenden Rädern übertragen, wodurch entsprechend der Lenkkraft ein Lenkvorgang bzw. eine Lenkbetätigung der sich drehenden Räder ausgeführt wird.

Die Lenkkraft wird durch die Größe der Verwindung oder Torsion in der Torsionsfeder festgestellt und der Elektromo-

tor 6 wird basierend auf dem Kontroll- oder Steuersignal gemäß der festgestellten Lenkkraft angetrieben. Das zweite Zahnrad 22 und die Kugelumlaufspindel 31 werden um den mit Schraubengewinde versehenen Abschnitt 33 des Zahnstangenschafts 5 durch die Drehung des ersten Zahnrads 21 drehangetrieben und die Ausgangswelle 20 durch den angetriebenen Elektromotor 6 drehangetrieben. Durch Drehung der Kugelumlaufspindel 31 bewegt sich der mit dem Kugelumlaufgewindeabschnitt 33 versehene Zahnstangenschaft 5, der mit den Kugeln 34 in Eingriff steht, in der axialen Richtung. Die axiale Bewegung wird dann über die Zugstangen 7, 7 zum Lenkrad übertragen, wodurch die Lenkkraft ausgehend vom Lenkrad unterstützt wird.

Da das Ausführungsbeispiel so aufgebaut ist, können die folgenden Wirkungen erhalten werden.

Die axiale Linie des Elektromotors 6 ist zur axialen Linie des Zahnstangenschafts 5 geneigt bzw. schräggestellt und der Elektromotor 6 ist zum Gehäuse 2 geneigt angeordnet. Daher kann das Ausmaß des Vorstehens des Elektromotors 6, der vom Gehäuse 2 in Richtung des Durchmessers des Gehäuses 2 nach außen vorsteht, kleiner als bei einem Aufbau ausgeführt werden, bei dem die axiale Linie des Elektromotors 6 und die axiale Linie des Zahnstangenschafts 5 zueinander senkrecht sind. Demzufolge kann die Servolenkvorrichtung 1 kompakt ausgeführt werden, so daß der Freiheitsgrad ihrer Gestaltung vergrößert werden kann.

Da die Eingriffsabschnitte des ersten Zahnrads 21 und des zweiten Zahnrads 22 auf der Seite des stumpfen Winkels  $\alpha$  von den durch die axiale Linie der Ausgangswelle 20 und die axiale Linie des Zahnstangenschafts 5 gebildeten Winkeln positioniert ist, unterliegt die Abmessung des zweiten Zahnrads 22 nicht so sehr den Einschränkungen basierend auf der Position der Ausgangswelle 20 und des ersten Zahnrads 21. Daher ist es möglich, ein Zahnrad mit verhältnismäßig großem Durchmesser als zweites Zahnrad ungeachtet der Tatsache zu verwenden, daß die axiale Linie des Elektromotors 6 und die axiale Linie der Ausgangswelle 20 so angeordnet worden sind, daß sie zueinander geneigt bzw. schräggestellt sind. Demzufolge kann das Untersetzungsverhältnis vergrößert werden und der Freiheitsgrad der Konstruktion betreffend das Untersetzungsverhältnis kann vergrößert werden. Da das gewünschte Untersetzungsverhältnis auch lediglich mit einem von dem ersten und zweiten Zahnrad 21, 22 erhalten werden kann, wird es unnötig, einen komplizierten Untersetzungsmechanismus vorzusehen, der wenigstens drei Zahnräder umfaßt, um das gewünschte Untersetzungsverhältnis zu erzielen, so daß die Anzahl der Teile verringert werden kann und daß der Untersetzungsmechanismus so aufgebaut werden kann, daß er kompakt ist.

Da jeder Zahn des zweiten Zahnrades 22 so gebildet ist, daß eine normale Linie zu seiner Referenzwälzfläche, die sich zu einer Kopfhöhe hin erstreckt, zum Zahnstangenschaft 5 hin orientiert ist, kann das Eingriffsverhältnis zwischen dem ersten und zweiten Zahnrad 21 und 22 vergrößert werden und ein großes Drehmoment ausgehend vom Elektromotor 6, der eine Quelle für die unterstützende Lenkkraft ist, kann sicher zum zweiten Zahnrad 22 übertragen werden. Da die auf die einzelnen Zähne der Eingriffsabschnitte wirkende Übertragungslast so verteilt werden kann, daß sie klein ist, können die Festigkeit und Haltbarkeit der Zähne bzw. Zahnräder verbessert werden und aus Kunststoff hergestellte Zahnräder können als erstes und zweites Zahnrad 21, 22 verwendet werden, so daß die Eingriffsgeräusche verringert werden können.

Die Gruppe des Montageabschnitts 4a und des Elektromotors 6 und das Lenkgetriebe 3a sind etwa symmetrisch in bezug auf die zentrale Position des Gehäuses 2 entlang dessen Längsrichtung angeordnet, und der Abstand zwischen

ihnen nimmt allmählich entlang einer Richtung zu, die sich vom diametralen Zentrum des Gehäuses 2 nach außen erstreckt, und der Kugelumlaufspindelmechanismus 30 ist näher am zentralen Abschnitt des Gehäuses 2 als am Montageabschnitt 4a und Elektromotor 6 angeordnet. Daher kann der stark vom Gehäuse 2 nach außen in der Richtung von dessen Durchmesser vorspringende Motor 6 näher am Endabschnitt des Gehäuses 2 in einem zulässigen Bereich angeordnet werden. Im Vergleich zu dem in der JP 8-207796 A offenbarten Aufbau, bei dem der Montageabschnitt des Elektromotors 6 näher am zentralen Abschnitt des Zahnstangenschafts 5 als am Kugelumlaufspindelmechanismus 30 angeordnet ist, kann aus diesem Grunde ein verhältnismäßig breiter Abstand bzw. Zwischenraum am zentralen Abschnitt des Gehäuses 2 bei diesem Ausführungsbeispiel gebildet werden. Daher können am Umfang befindliche Vorrichtungen in diesem Raum angeordnet werden und die Gestaltung und Konstruktion können für diese am Umfang vorgesehenen Vorrichtungen kompakt ausgeführt werden.

Bei diesem Ausführungsbeispiel ist das zweite Zahnrad 22 so gebildet, daß die normale Linie (Senkrechte) zu seiner Referenzwälzfläche zum Zahnstangenschaft 5 hin orientiert ist. Es wird jedoch möglich, ein Zahnrad mit verhältnismäßig großem Durchmesser als zweites Zahnrad 22 zu verwenden, insoweit als die Eingriffsabschnitte des ersten Zahnrads 21 und des zweiten Zahnrads 22 auf der Seite des stumpfen Winkels  $\alpha$  der Winkel positioniert sind, die durch die axiale Linie der Ausgangswelle 20 und die axiale Linie des Zahnstangenschafts 5 definiert sind. Daher kann das Untersetzungsverhältnis groß gemacht werden. Beispielsweise kann demgemäß die Senkrechte zur Referenzwälzfläche des zweiten Zahnrads 22 so orientiert werden, daß sie parallel zur axialen Linie des Zahnstangenschafts 5 verläuft, oder von dort nach außen in einer Richtung des Durchmessers des Zahnstangenschafts 5 abgeht.

Bei dem obigen Ausführungsbeispiel sind die Gruppe des Montageabschnitts 4a des Elektromotors 6 und der Elektromotor 6 und das Lenkgetriebe 3a symmetrisch in bezug auf den zentralen Abschnitt des Gehäuses 2 angeordnet, aber es können beide in derselben Neigung bzw. Schrägstellung angeordnet sein. Das heißt, der Montageabschnitt 4a und der Elektromotor 6 können in bezug auf das Gehäuse 2 derart angeordnet sein, daß die zentrale Linie des Montageabschnitts 4a und die axiale Linie des Elektromotors 6 zur axialen Linie der Eingangswelle 10 bei diesem Ausführungsbeispiel parallel werden. Zu dieser Zeit ist der Kugelumlaufspindelmechanismus 30 näher an der zweiten Manschette 9 als der Montageabschnitt 4a angeordnet, so daß eine Gestaltungsposition für den Zahnradmontageabschnitt der Kugelumlaufspindel 31 näher an der zentralen Position des Gehäuses 2 als an einer Gestaltungsposition für den Lagerhalterabschnitt positioniert ist.

Selbst in diesem Fall wird es möglich, ein Zahnrad mit einem verhältnismäßig großen Durchmesser als zweites Zahnrad 22 zu verwenden, und das Untersetzungsverhältnis kann vergrößert werden. Wenn die Senkrechte zur Referenzwälzfläche des zweiten Zahnrades 22 zum Zahnstangenschaft 5 hin orientiert ist, kann das Eingriffsverhältnis vergrößert werden, so daß dieselben Wirkungen wie beim obigen Ausführungsbeispiel in diesem Fall erhalten werden können.

Die Erfindung läßt sich wie folgt zusammenfassen: Eine Servolenkvorrichtung umfaßt einen Zahnstangenschaft, der gemäß der Lenkkraft beweglich ist, einen Kugelumlaufspindelmechanismus mit einer Kugelmutter coaxial zum Zahnstangenschaft, ein an einer Ausgangswelle eines Elektromotors angebrachtes erstes Zahnrad und ein zweites Zahnrad, das derart angebracht ist, daß es zur axialen Linie des Zahnstangenschafts coaxial ist. Die axiale Linie des Elektromo-

tors ist so angeordnet, daß sie zur axialen Linie des Zahnstangenschafts geneigt ist, und Eingriffsabschnitte des ersten Zahnrads und des zweiten Zahnrads sind auf der Seite eines stumpfen Winkels ( $\alpha$ ) von Winkeln positioniert, die durch die axiale Linie der Ausgangswelle und die axiale Linie des Zahnstangenschafts definiert sind.

Wie zuvor erläutert wurde, sind Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung im einzelnen unter Bezugnahme auf die Zeichnungen beschrieben worden. Jedoch sind die speziellen Konfigurationen und Gestaltungen gemäß der vorliegenden Erfindung nicht auf diese Ausführungsbeispiele beschränkt, sondern es sollen auch solche mit einer Abwandlung der Konstruktion im Bereich der vorliegenden Erfindung wie beansprucht mitumfaßt sein.

Obwohl die Erfindung anhand mehrerer exemplarischer Ausführungsformen veranschaulicht und beschrieben worden ist, ist es somit für die Fachleute offensichtlich und verständlich, daß die vorstehenden und zahlreiche weitere Änderungen, Fortlassungen und Zusätze gemäß der Erfindung ohne Verlassen von deren Bereich wie beansprucht ausgeführt werden können. Daher sollte die Erfindung nicht auf das spezielle oben dargelegte Ausführungsbeispiel beschränkt angesehen werden, sondern sie soll sämtliche möglichen Ausführungsbeispiele umfassen, die im Schutzbereich und Umfang der Äquivalente entsprechend den Merkmalen der beigefügten Ansprüche mitumfaßt sind.

#### Patentansprüche

1. Elektrische Servolenkvorrichtung, umfassend einen in der axialen Richtung beweglichen Zahnstangenschaft (5) zum Lenken von sich drehenden Rädern eines Fahrzeuges gemäß einer Eingangslenkkraft, einen Umwandlungsmechanismus mit einem koaxial zum Zahnstangenschaft angeordneten Drehelement zum Umwandeln einer Drehung des Drehelements in eine axiale Bewegung des Zahnstangenschafts, einen eine Unterstützungskraft erzeugenden Elektromotor (6) zum Unterstützen der Lenkkraft, ein an einer Ausgangswelle des Elektromotors angebrachtes erstes Zahnrad (21) und ein zweites Zahnrad (22), das gemäß dem Eingriff mit dem ersten Zahnrad drehangetrieben wird und koaxial zum Drehelement vorgesehen ist, um das Drehelement drehend anzutreiben, wobei eine axiale Linie des Elektromotors (6) zu einer axialen Linie der Zahnstange (5) geneigt angeordnet ist und Eingriffsabschnitte des ersten Zahnrads (21) und des zweiten Zahnrads (22) auf einer Seite eines stumpfen Winkels ( $\alpha$ ) von Winkeln positioniert sind, die durch die eine axiale Linie der Ausgangswelle des Elektromotors (6) und die axiale Linie des Zahnstangenschafts (5) definiert sind.

2. Elektrische Servolenkvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß eine Senkrechte zu einer Referenzwälzfläche des zweiten Zahnrades (12), die sich von der Referenzwälzfläche zu einer Kopfhöhe hin erstreckt, zum Zahnstangenschaft (5) hin orientiert ist.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

**FIG. 1**

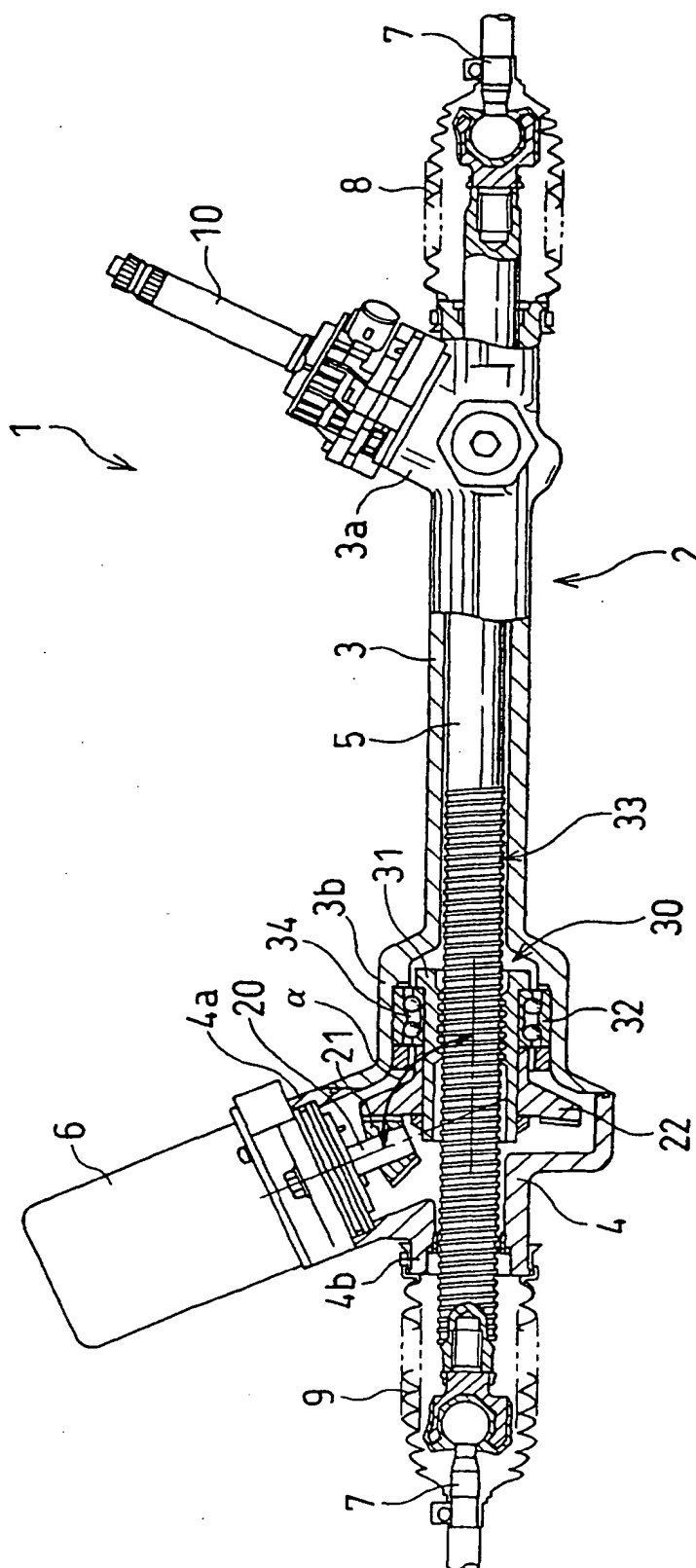


FIG. 2

